

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-253800

(43)Date of publication of application : 18.09.2001

(51)Int.Cl.

C30B 29/38
H01L 33/00

(21)Application number : 2000-069422

(71)Applicant : NAMIKI PRECISION JEWEL CO LTD

(22)Date of filing : 13.03.2000

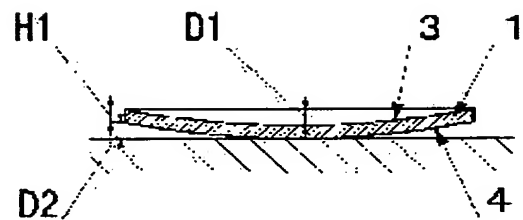
(72)Inventor : FURUTAKI TOSHIRO
YAGUCHI YOICHI
SUNAKAWA KAZUHIKO
SATO TSUGIO
TOSHIMA HIROAKI

(54) THIN SAPPHIRE SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sapphire substrate with which the product quality of a device material obtained by crystal growth can be improved.

SOLUTION: The thin sapphire substrate is used for epitaxially growing a semiconductor, and the thickness H1 of the sapphire substrate is previously processed to be a thickness nearly equal to the thickness of a layer of the semiconductor to be deposited on the substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-253800

(P2001-253800A)

(43) 公開日 平成13年9月18日 (2001.9.18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト (参考)

C 3 0 B 29/38

C 3 0 B 29/38

D 4 G 0 7 7

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-69422(P2000-69422)

(22) 出願日 平成12年3月13日 (2000.3.13)

(71) 出願人 000240477

並木精密宝石株式会社

東京都足立区新田3丁目8番22号

(72) 発明者 古滝 敏郎

東京都足立区新田3丁目8番22号 並木精

密宝石 株式会社内

(72) 発明者 矢口 洋一

東京都足立区新田3丁目8番22号 並木精

密宝石 株式会社内

(72) 発明者 砂川 和彦

東京都足立区新田3丁目8番22号 並木精

密宝石 株式会社内

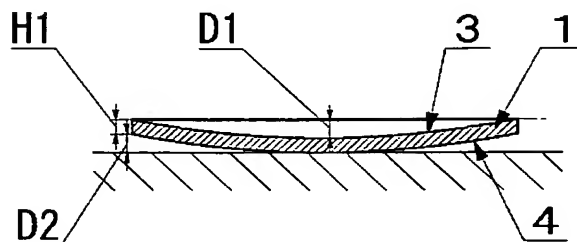
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄型サファイヤ基板

(57) 【要約】

【課題】 結晶成長後の素子材料の製品品質を向上させることのできるサファイヤ基板を提供すること。

【解決手段】 半導体をエピタキシャル成長させる際に用いるサファイヤ基板であって、当該基板の厚さH1を、当該基板に積層させる半導体の積層厚さと同程度の厚さに予め加工した薄型サファイヤ基板。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体をエピタキシャル成長させる際に用いるサファイヤ基板であって、当該基板の厚さを、当該基板上に積層させる半導体の積層厚さと同程度の厚さに予め加工したことを特徴とする薄型サファイヤ基板。

【請求項2】 直径を5 cm以上、13 cm以下、厚さを20 μm 以下の円盤形状に加工したことを特徴とする請求項1に記載の薄型サファイヤ基板。

【請求項3】 半導体をエピタキシャル成長させる際に用いるサファイヤ基板であって、当該基板の厚さを10 μm 以上、150 μm 以下とし、さらに、エピタキシャル成長させる面と反対側の面に予めスクライプ溝を格子状に形成したことを特徴とする薄型サファイヤ基板。

【請求項4】 前記半導体は、III族窒化物半導体もしくは窒化ガリウム系化合物半導体であることを特徴とする請求項1、2または3に記載の薄型サファイヤ基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は単結晶サファイヤ基板に関し、特に、半導体をエピタキシャル成長させる際に用いる基板材料としての薄板円盤状のサファイヤ基板に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体をエピタキシャル成長させる基板材料としては様々なものが案出されている。例えば、サファイヤ(Al_2O_3)、スピネル、ニオブ酸リチウム、ガリウム酸ネオジウム、シリコン(Si)、6H-SiC、ZnO、GaAs等が挙げられる。このうち、青色発光素材として近年特に注目されているGaNに代表されるIII族窒化物半導体や窒化ガリウム系化合物半導体等(以降においてGaN等と称することとする)を結晶成長させる基板として、もっとも広く用いられている基板材料は、前記の単結晶サファイヤ基板である。

【0003】これは、GaN等の格子定数とサファイヤの格子定数が比較的近似しているため、GaN等をサファイヤ基板上でエピタキシャル成長させやすく、かつ、格子定数が近似している成長可能な各種基板の中でもっとも価格が安いためである。

【0004】図9及び図10は、従来の結晶成長工程でのサファイヤ基板形状の一例を示す図であり、同図9は平面図を、同図10は図9におけるB-B断面の概略を示している。使用されるサファイヤ基板10は、通常、直径が2インチ(5.08 [cm])もしくは3インチ(7.62 [cm])の円盤形状であり、これは半導体を積層させた後の処理、例えばエッチング、ボンディングなどで使用する次工程の加工機器でのクランプ等において、常に高精度が要求されるため、基板の大きさや形状に関する事実上の標準仕様が決まっているからである。

【0005】また、図10の側断面模式図に示すように、サファイヤ基板10は少なからず中心凹球面状に湾曲

している。このサファイヤ基板10は、厚さH1が300 [μm]～500 [μm]であるのに対して、その湾曲の度合い、すなわち、中心部の図に示す凹み深さD1は平均5 [μm]～10 [μm]程度である場合が多い。従来の一般的な成形加工の技術水準では、厚さH1は300 [μm]が限界とされていた。

【0006】これは、サファイヤ基板10を平滑に研削研磨していく研磨工程において、極薄厚に成形する際には、平行度が得られないという加工精度的な問題があり、さらに結晶素材内部の歪み及び外部からの加工歪みなどにより、板状表面が自然に湾曲形状となってくるために生じる問題である。なお、サファイヤ基板10では、前記厚さH1程度の仕上げでは板状表面が上下面共に比較的精度よく研磨され、何れの部位においてもほぼ均一の厚さを有するので、図に示す周辺部の浮き上がり高さD2も前記凹み深さD1とはほぼ同等の5 [μm]～10 [μm]程度である場合が多い。

【0007】次に、従来のサファイヤ基板10を用いてGaN等の半導体をエピタキシャル成長させた後の基板形状について説明する。図11は、前記図9及び図10で示した従来のサファイヤ基板10を用いて、GaNを結晶成長させた場合の図10と同一方向から見たサファイヤ基板10断面を示した模式図である。

【0008】同図において記号12は、サファイヤ基板10の結晶成長面13表面上に結晶成長させた半導体層(GaN層)を示し、この半導体層12とサファイヤ基板10とを併せて成長後基板11と称することとする。

【0009】同図から明らかなように、成長後基板11は、結晶成長させる前と逆向きの「反り返り」現象が発生する。結晶成長面13に付加された半導体層12の厚さH2は、ほぼ2 [μm]～5 [μm]程度であるが、これにより基板形状は成膜後に大きく変化し、逆に中心部の浮き上がり高さD3は20 [μm]～30 [μm]程度にもなる。

【0010】この反り返りの現象は、熱膨張率の違いによる歪みとサファイヤ基板の加工歪みに起因すると考えられる。 Al_2O_3 (サファイヤ)のc軸に平行な方向の熱膨張係数は、室温からエピタキシャル成長させる温度である1000°C程度の区間では、ほぼ一定の 5.3×10^{-6} [K^{-1}]であり、一方、GaNの熱膨張係数は、700°C程度を臨界点として大きさが変化し、臨界点より高い温度では 7.75×10^{-6} [K^{-1}]、低い温度では 3.17×10^{-6} [K^{-1}]である。また、サファイヤ基板10の結晶成長面13の反対の面(裏面)14は研削された素材面であり、結晶成長面13と裏面14とは表面応力が大きく異なる。

【0011】従って、GaNの熱膨張係数の断続的な変化、GaNと Al_2O_3 との熱膨張係数の差、及び結晶成長面13と裏面14との間の加工歪みにより、成長後基板11の温度が1000°C程度から室温に降下する過程において、基板に反り返りが発生することが知られていた。

【0012】このように従来では、前記湾曲形状のサフ

ァイヤ基板10を用いて、Ga N系のIII族窒化物半導体等をエビタキシャル成長させ、これにより青色発光素子等の有用な半導体を得ていた。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術では以下の問題点があった。一般的に成長後基板11は、その後、発光素子チップなどとして使用するため、サファイヤ基板10の裏面14を研削して、その厚さを100 [μm] 程度にまで二次加工研削する。この時、裏面14の研削方法にもよるが、反り返りが発生した成長後基板11の裏面を研削する際には、成長後基板11を一様に保持することが非常に困難であるため、加工する際に保持部分で半導体層12を傷つけてしまい、製品品質が著しく低下してしまうという潜在的な問題点があった。

【0014】また、成長後基板11は、その後、ベレタイズなどの工程を経て製品となるが、成長後基板11に施す加工工程数は可能な限り少ない方が好ましいのは言うまでもない。特に、発光素子として使用する場合は、成長後基板11を0.3 [mm] × 0.3 [mm] 程度の微少チップに分離切断する必要があるが、この際、裏面14側に縦横0.3 [mm] 間隔の溝を付けるスクライブ処理が必要であった。

【0015】すなわち、従来ではサファイヤ基板10自体が非常に厚く、半導体成長後に中間工程として必ず裏面14側を研削除去する必要がある、さらに研削後に個々チップに分離切断するためのスクライブ処理が必要となる。従って、作業工程において裏面研削などの二次加工工数が多くなり、また保持部分で二次加工中に基板の半導体層12を傷つける恐れもあり、取り扱いを誤ると製品品質が著しく低下してしまう場合があるという大きな問題点があった。

【0016】本発明は上記問題に鑑みてなされたものであって、基板の精度と製品品質を向上することは勿論のこと、二次研削加工を必要としないサファイヤ基板を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に係る発明は、半導体をエビタキシャル成長させる際に用いるサファイヤ基板であって、当該基板の厚さを、当該基板に積層させる半導体の積層厚さと同程度の厚さに予め加工したことを特徴とする。

【0018】この請求項1の発明によれば、エビタキシャル成長させる半導体の最終的な成長厚さ（設計上の厚さ）を見越して、素材のサファイヤ基板の厚さを予め加工調整するので、各種の歪みを相殺することができ、結晶成長後の反り返りを極力少なくできる。

【0019】また、請求項2に係る発明は、請求項1に記載の発明において、直径を5cm以上、13cm以下、厚さを20μm以下の円盤形状に加工したことを特徴とする。

【0020】この請求項2の発明によれば、エビタキシ

シャル成長させる半導体結晶の厚さが数 [μm] ～ 10数 [μm] 程度である場合において、結晶成長後のサファイヤ基板の反り返りを極力少なくすることができる。

【0021】また、請求項3に係る発明は、半導体をエビタキシャル成長させる際に用いるサファイヤ基板であって、当該基板の厚さを10μm以上、150μm以下とし、さらに、エビタキシャル成長させる面と反対側の面に予めスクライブ溝を形成したことを特徴とする。

【0022】この請求項3の発明によれば、結晶成長後のサファイヤ基板裏面の研削工程が不要となり、かつ、予め格子状にスクライブ溝が形成されているので、ベレタイズ工程における基板結晶面に対する損傷を少なくすることができる。

【0023】また、請求項4に係る発明は、請求項1、2または3に記載の発明において、前記半導体が、III族窒化物半導体もしくは窒化ガリウム系化合物半導体であることを特徴とする。

【0024】この請求項4の発明によれば、サファイヤ (Al₂O₃) と格子定数の近似するIII族窒化物半導体もしくは窒化ガリウム系化合物半導体をエビタキシャル成長させることができ、基板上に良好な半導体結晶を得ることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

（実施の形態1）図1、図2は、本発明の本実施の形態に係る薄型サファイヤ基板の一例を示す図であり、図1は平面図を、同図2は図1のA-A断面の概略を示している。サファイヤ基板1は直径2インチ（5.08 [cm]）の円盤形状であり、その厚さH1は、Ga N等の半導体膜を、例えば7 [μm] 程度に積層（結晶成長）させる際、その積層（結晶成長）厚みと同一の板厚に加工したものをを用いるものである。

【0026】ここでは厚さH1 = 20 [μm] のサファイヤ基板1を用い、半導体膜を約20 [μm] とした。また、サファイヤ基板1の外周部にはオリフラ2が設けられており、結晶軸方向の目印となる基準線の役割を担うのと、各種加工機器の位置調整に使用される。

【0027】また図2に示すように、サファイヤ基板1は、研磨加工工程等により、従来のサファイヤ基板10（図10参照）とほぼ同様に、薄板基板自体が均等厚な中心凹球面状に湾曲面を形成している。すなわち、サファイヤ基板1は、結晶成長面3が中心凹球曲面となっており、反対の凸球曲面側の裏面4の浮き上がり高さD2と同程度の凹み深さD1が形成された湾曲面形状となっている。

【0028】次に、この薄型のサファイヤ基板1を用いて半導体層（Ga N層）をエビタキシャル成長させた場合での、従来例で示した「反り返り」現象の影響について説明する。図3～図6は、本実施の形態のサファイヤ

基板1を用いて、半導体層のGa N層5を結晶成長させた後の基板形状の状態を示す模式図である。

【0029】図に示すGa N層5は、サファイヤ基板1の厚さH1と同程度の厚さH2を有することにより、結晶成長後、ほぼ平坦なものとなる。サファイヤ基板1の加工条件により多少のバラツキはあるが、もっとも良好な結果としては、図3に示すように、成長後基板6は基板全体として反りの全くない平坦なものとなる。

【0030】また、Ga N層5の厚さH2やサファイヤ基板1の厚さH1、およびサファイヤ基板1を薄く加工する加工工程において生じる歪み応力などのバラツキにより、図4に示す、反り返りまでには至らなかったほぼ平坦な成長後基板6、もしくは図5に示すように、反り返りが若干発生した、ほぼ平坦な成長後基板6のものが得られた。

【0031】さらにまた、図6に示すように、鞍型に反った変形型の成長後基板6も一部で見受けられた。ここで付け加えて説明するが、図6の模式図は、説明のために形状が強調して描画されており、実際の反りは図4並びに図5のように非常に小さいものであり、ほぼ平坦なものが得られた。

【0032】成長後基板6は、図4、図5および図6の何れの場合においても、反り返りの大きさ、すなわち、中心部の凹み深さE1、周辺部の浮き上がり高さE2および中心部の浮き上がり高さE3は、対応する結晶成長前の凹み深さD1、周辺部の浮き上がり高さD2および中心部の浮き上がり高さD3より確実に小さいものであった。

【0033】成長後基板6は、反り返りの大きさが従来品より極端に小さく、その後のベレタイズ工程などにおいて、結晶成長させたGa N層を傷つけてしまう場合が従来より少なくなった。また、本実施の形態において使用したサファイヤ基板1は、もともと薄い基板なので、結晶成長後に裏面4（図1参照）を更に二次研削する必要がなく、加工工程を少なくすることができた。

【0034】すなわち、本発明では高精度な加工技術により得られた薄型のサファイヤ基板1を結晶成長基板に用いることにより、加工工程を簡素化でき、製品品質を安定させ、かつ、最終的に歩留りを向上させることが可能となった。

【0035】（実施の形態2）次に、予めスクライプ溝を備えた薄型サファイヤ基板について説明する。図7は、本実施の形態に係るサファイヤ基板の一例を示す図であり、同図7は基板の裏面側平面図を、同図8は同図7のA-A断面をそれぞれ示すものである。なお、実施の形態2においては、実施の形態1と同様の部分についてはその説明を省略し、また、同一の構成を有する部位に対しては同一の符号を付するものとする。

【0036】サファイヤ基板7は、直径3インチ（7.62 [cm]）の円盤形状であり、その厚さH1を100 [μm]

程度にまで薄厚に加工したものを用いる。さらに、このサファイヤ基板7には、結晶成長を行う前に、裏面4側全域に間隔0.3 [mm]、深さ5 [μm]のスクライプ溝8を縦横に格子状にダイサーで加工した。

【0037】次に、このサファイヤ基板7を用いて厚さ10 [μm]のGa Nをエピタキシャル成長させ、その後、最終的に青色発光素子を製造するための各種ウエハ処理・ベレタイズを行った。

【0038】このとき、すでにサファイヤ基板7の裏面4側にはスクライプ溝8を予め設けてあるので、薄厚なサファイヤ基板7の片面に結晶成長させた前記基板の円盤平面を、ローラー治具で加圧しながら押すだけで、基板全体が細かに分割され、各チップを分離する作業工程を容易におこなうことができた。

【0039】このように、スクライプ溝8を施した薄型サファイヤ基板7を用いることにより、研削工程を無くして加工工程を少なくし、さらにチップ製品の品質を向上させ、かつ、量産性と歩留りの向上を図ることが可能となった。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のサファイヤ基板（請求項1）は、当該基板の厚さを、当該基板に積層させる半導体の積層厚さと同程度の厚さに予め加工してあるので、結晶成長後の反り返りを極端に少なくすることができ、これにより、製品品質を向上させることが可能となる。

【0041】また、本発明のサファイヤ基板（請求項2）は、直径を5cm以上、13cm以下、厚さを20μm以下の円盤形状に加工してあるので、エピタキシャル成長させる結晶の厚さが数μm〜10数μm程度である場合に、結晶成長後の基板の反り返りを少なくすることができ、これにより、製品品質を向上させることが可能となる。

【0042】また、本発明のサファイヤ基板（請求項3）は、当該基板の厚さを10μm以上、150μm以下とし、さらに、エピタキシャル成長させる面と反対側の面に予めスクライプ溝を形成してあるので、結晶成長後の裏面の研削工程が不要で、ベレタイズ工程における結晶面に対する損傷を低減させることができ、これにより、製品品質を向上と歩留り向上が可能となる。

【0043】また、本発明のサファイヤ基板（請求項4）は、請求項1、2または3に記載の発明において、結晶成長させる半導体をIII族窒化物半導体もしくは窒化ガリウム系化合物半導体としたので、サファイヤと格子定数が近似し、結晶成長後基板においても良好な結晶を得ることができ、これにより、高い製品品質を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1に係るサファイヤ基板の一例を示す平面概略図である。

【図2】実施の形態1に係るサファイヤ基板の一例を示

す側断面概略図である。

【図3】実施の形態1に係るサファイヤ基板を用いてGaNを結晶成長させた後の基板の状態を示す模式図である。

【図4】実施の形態1に係るサファイヤ基板を用いてGaNを結晶成長させた後の基板の状態を示す別の模式図である。

【図5】実施の形態1に係るサファイヤ基板を用いてGaNを結晶成長させた後の基板の状態を示す別の模式図である。

【図6】実施の形態1に係るサファイヤ基板を用いてGaNを結晶成長させた後の基板の状態を示す別の模式図である。

【図7】実施の形態2に係るサファイヤ基板の一例を示す平面概略図である。

【図8】実施の形態2に係るサファイヤ基板の一例を示す側断面概略図である。

*【図9】従来のサファイヤ基板の一例を示す平面概略図である。

【図10】従来のサファイヤ基板の一例を示す側断面概略図である。

【図11】従来のサファイヤ基板を用いてGaNを結晶成長させた場合の基板側断面を示した模式図である。

【符号の説明】

- 1, 7, 10 サファイヤ基板
- 2 オリフラ
- 3 結晶成長面
- 4, 14 裏面
- 5 GaN層
- 6, 11 成長後基板
- 8 スクライブ溝
- 12 半導体層
- 13 結晶成長面

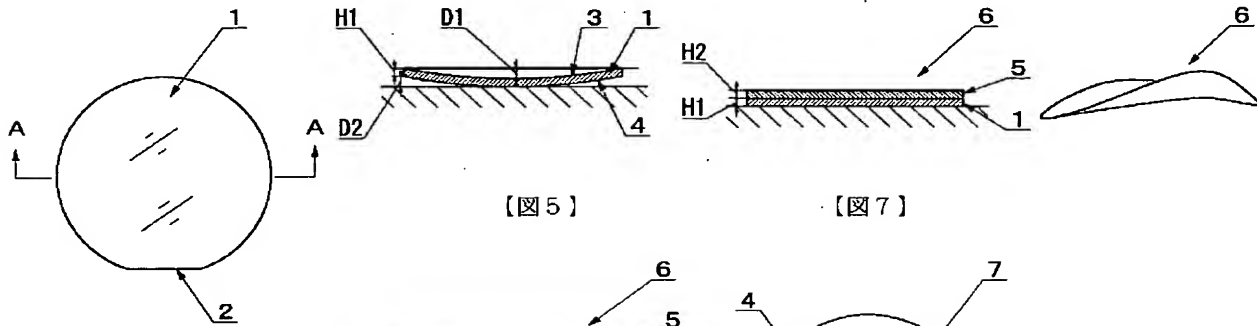
*

【図1】

【図2】

【図3】

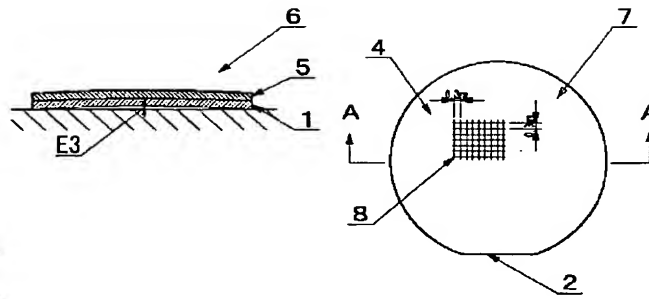
【図6】



【図5】

【図7】

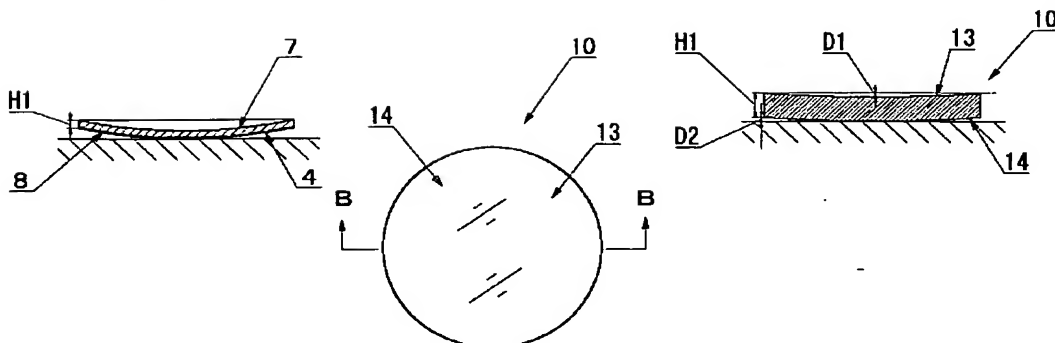
【図4】



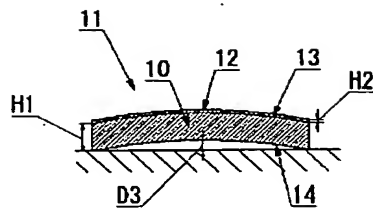
【図10】

【図8】

【図9】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 次男
秋田県湯沢市愛宕町4丁目6番56号 並木
精密宝石株式会社秋田湯沢工場内

(72)発明者 戸嶋 博昭
秋田県湯沢市愛宕町4丁目6番56号 並木
精密宝石株式会社秋田湯沢工場内
Fターム(参考) 4G077 AA03 BE15 ED04 HA02
5F041 AA40 CA40 CA46 CA76